



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 302 662**

⑫ Número de solicitud: 200800483

⑬ Int. Cl.:  
**G01N 3/24** (2006.01)

⑭

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑮ Fecha de presentación: **21.02.2008**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2008**

⑰ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**16.07.2008**

⑱ Solicitante/s:  
**CESPA GESTIÓN DE RESIDUOS, S.A.**  
**Avenida de la Catedral, 6 y 8**  
**08002 Barcelona, ES**  
**Universidad de Cantabria**

⑲ Inventor/es: **Cañizal Berini, Jorge;**  
**Martínez Bacas, Ana Belén y**  
**Fuente Roiz, Javier de la**

⑳ Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

㉑ Título: **Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo y métodos de sujeción de geosintéticos asociados al mismo.**

㉒ Resumen:

Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo y métodos de sujeción de geosintéticos asociados al mismo. El dispositivo está constituido por un soporte rígido (2) y una placa (1) unidos por medios de fijación, en el que el soporte rígido (2) comprende una mordaza (3) en uno de sus extremos para amarrar el geosintético y la placa (1) comprende varios agujeros pasantes (4) de drenaje en una serie de canales (5) practicados sobre una de sus caras principales; dicha placa (1) presenta, sobre la cara opuesta a la que tiene practicados los canales (5), una serie de salientes (6) de forma piramidal cuya altura h está comprendida entre 1 mm y 1.5 mm y que se encuentran dispuestos al tresbolillo. La invención también comprende métodos de sujeción de geosintéticos que emplean este dispositivo.

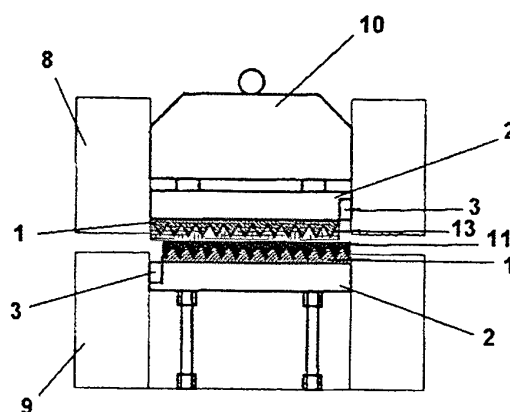


FIG. 12

ES 2 302 662 A1

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo y métodos de sujeción de geosintéticos asociados al mismo.

### Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo de sujeción de geosintéticos, de aplicación especial para ensayos de obtención, en aparato de corte directo, de los parámetros resistentes de la interfaz entre dos geosintéticos o entre geosintético y suelo, y a unos métodos de sujeción asociados a dicho dispositivo.

### Antecedentes de la invención

Existen diversas normas y procedimientos de ensayo, tanto a nivel de investigación como de aplicación comercial, para la obtención de los valores de los parámetros resistentes (adhesión  $c_a$ , y ángulo de rozamiento  $\Phi$ ) del contacto entre un geosintético y suelo, o del contacto entre dos geosintéticos, cuando, bajo esfuerzo cortante, se produce un desplazamiento relativo entre ambas caras del contacto.

Dichos métodos de ensayo emulan, en la muestra ensayada, las condiciones de contorno reales en cuanto a esfuerzos y condiciones de humedad, y se aplican para los siguientes tipos de geosintéticos: geotextiles, geomembranas, geocompuestos, GCLs ("geosynthetic clay liners"), georedes y geomallas.

Con los ensayos realizados se obtienen datos que pueden ser usados en el diseño de casos en los que se utilizan materiales geosintéticos, por ejemplo:

- Diseño de muros de retención reforzados con geosintéticos, terraplenes y calzadas.

- Aplicaciones en las que el geosintético es colocado en situación no horizontal.

- Diseño de vertederos.

- Otras situaciones en las cuales el deslizamiento puede ocurrir entre un suelo y un geosintético, o entre dos materiales geosintéticos.

Los ensayos para obtener los parámetros resistentes o friccionales (adhesión  $c_a$ , y ángulo de rozamiento  $\Phi$ ) se pueden dividir en cuatro tipos:

- Ensayo de corte directo de caja de corte convencional.

- Ensayo de corte directo con caja de extracción.

- Ensayo de plano inclinado.

- Ensayo de corte con anillo torsional.

En el ensayo de corte directo, que es una adaptación del ensayo convencional utilizado en la obtención de los parámetros friccionales en suelos, se coloca horizontalmente el contacto entre un geosintético y suelo, o entre dos geosintéticos, haciendo deslizar una cara con respecto a la otra. Inicialmente se aplica una carga vertical, y luego comienza el ensayo, desplazando a velocidad controlada y constante una de las caras en una dirección, manteniendo la otra cara fija. Durante el ensayo se mide la fuerza horizontal necesaria para que se produzca ese movimiento.

El ensayo de corte directo puede ser convencional, utilizando una caja de corte dividida en dos mitades, o con la variante de extracción o arrancamiento, utilizando una caja denominada "pullout box".

Existen en la bibliografía numerosos procedimientos y normas que utilizan el ensayo de corte directo convencional, entre ellos los siguientes:

- Norma UNE-EN ISO 12957-1. Geosintéticos. Determinación de las características de fricción - Parte 1: Ensayo de cizallamiento directo (ISO 12957-1:2005).

- Norma ASTM D5321-02 (2002) Norma ASTM D5321-02 (2002): "Standard test method for determining the coefficient of soil and geosynthetic or geosynthetic and geosynthetic friction by the direct shear method".

- Procedimiento de Robert M. Koerner (1990), "Designing with geosynthetics".

- Procedimiento de Yildiz Wasti, Z. Bahadır Özdüzgün (2001) "Geomembrane-geotextile interface shear properties as determined by inclined board and direct shear box tests".

## ES 2 302 662 A1

- Procedimiento de D. Russell V. Jones, Neil Dixon (1998), "Shear strength properties of geomembrane/geotextile interfaces".

5 - Procedimiento de Patrick J. Fox, Michael G. Rowland, John R. Scheithe, Kris L. Davis, Murray R. Supple and Charles C. Crow (1997), "Design and Evaluation of a Large Direct Shear Machine for Geosynthetic Clay Liners".

- Procedimiento de Jorge G. Zornberg, John S. McCartney, Robert H. Swan Jr. (2005), "Analysis of Large Database of GCL Internal Shear Strength Results".

10 - Procedimiento de James K. Mitchell, Raymond B. Seed, y H. Bolton Seed (1990), "Stability Considerations in the Design and Construction of Lined Waste Repositories".

- Procedimiento de G. L. Hebel, J.D. Frost, A. T. Myers (2005), "Quantifying hook and loop interaction in textured geomembrane-geotextile systems".

15 La mayoría de las investigaciones emplean el método de ensayo de corte directo, realizando las modificaciones necesarias en el aparato de corte de suelos convencional para poder ensayar determinados geosintéticos. El ensayo de corte directo presenta varias ventajas, como su sencillez de ejecución y la capacidad de ensayar numerosas interfaces suelo/geosintético o geosintético/geosintético en poco tiempo.

20 En cuanto al soporte o dispositivo de sujeción de los geosintéticos para estos ensayos, la norma ASTM D5321-02 deja al usuario libertad para diseñarlo, siempre que cumpla las características mínimas necesarias para que el resultado del ensayo sea aceptable. La norma ASTM D5321-02 indica que, durante el corte, el sistema de sujeción de los geosintéticos a la mitad estática de la caja de corte, a la mitad móvil de la caja de corte o a ambas, no debe interferir en la superficie de corte dentro de la caja, y debe mantener las muestras de geosintético planas durante el ensayo. En  
25 cuanto a las características de estos soportes que se utilizan para sujetar los geosintéticos, la norma destaca que deben tener superficies rugosas y que deben permitir el flujo de agua dentro y fuera de la muestra de ensayo; según la norma, la selección del tipo de superficie rugosa debería estar basada en los siguientes criterios:

30 - La superficie de agarre debe evitar el deslizamiento del geosintético sobre la superficie durante el ensayo.

- La superficie de agarre debe transferir completamente la tensión de corte al geosintético.

35 - La superficie de agarre no debe dañar el geosintético y no debería influir en el comportamiento de la tensión de corte de los geosintéticos.

Dichos soportes pueden ser suelo o bien medios rígidos, como placas de madera o de metal, o de otro tipo.

40 La norma no define ni concreta el mejor tipo de soporte o superficie rugosa, por lo que deja al usuario un amplio margen para diseñarlo, siempre que cumpla los criterios anteriores.

Se ha comprobado que, al realizar ensayos entre dos geosintéticos utilizando el procedimiento de esta norma, cuando el geosintético superior estaba en contacto con suelo, y el geosintético inferior en contacto con un soporte metálico, al aplicar la fuerza de corte se producía desplazamiento, arrugado y plegado del geosintético inferior respecto  
45 al soporte metálico, lo cual falseaba los resultados del ensayo.

En la norma ISO 12957-1:2005 las muestras deben fijarse sobre un soporte horizontal y rígido colocado en la parte inferior de la caja de corte, evitando así movimiento relativo entre el soporte y el geosintético. El sistema de fijación puede ser un adhesivo o una superficie rugosa normalizada, por ejemplo, una lámina abrasiva de óxido de aluminio  
50 (papel de lija tipo P80 de acuerdo con la norma ISO 6344-2). Esta norma también deja al usuario un amplio grado de libertad para diseñar los sistemas de sujeción de los geosintéticos.

Se ha comprobado que, al emplear como sistema de sujeción del geosintético inferior un papel de lija P40, con tensiones normales superiores a 100 kPa se producía el deslizamiento entre el papel de lija y el soporte, debido al  
55 hecho de que para tensiones normales altas el papel de lija se quedaba impreso en el geosintético, desplazándose ambos conjuntamente.

El artículo de Patrick J. Fox y otros ("Design and Evaluation of Large Direct Shear Machine for Geosynthetic Clay Liners", 1997), exponía la investigación realizada en la Universidad de Purdue, Indiana (EE.UU.) sobre el diseño y la  
60 evaluación del aparato de corte directo a gran escala para ensayar GCLs, cuya denominación en inglés es "pullout shear machine". En este aparato de corte directo, para realizar ensayos con GCLs las muestras se colocan entre una placa corrediza y el soporte inferior. Ambos están cubiertos con superficies de agarre denominadas en inglés "truss plates", que consisten en placas metálicas de sujeción de elementos de madera. Estas placas de agarre contienen agujeros, que permiten el drenaje de las muestras, y unos salientes con forma triangular que han sido cortados a una altura  
65 aproximada de 2 mm. Estas placas presentan el inconveniente de que sus salientes son muy puntiagudos y afilados, pudiendo causar daños al material que se está ensayando, traspasándolo y rompiéndolo; por otro lado, el rebaje de las puntas salientes resulta muy costoso.

Hay otros sistemas de sujeción diferentes, según el tipo de geosintético ensayado, algunos de los cuales se resumen a continuación.

En el libro “Designing with geosynthetics”, para el ensayo de corte directo que describe el geosintético se adhiere fuertemente a un soporte de madera situado en la mitad superior de la caja de corte, y en la mitad inferior de dicha caja se coloca el suelo, que permanece fijo durante el ensayo.

El artículo de Yildiz Wasti y otros (“Geomembrane-geotextile interface shear properties as determined by inclined board and direct shear box tests”, 2001) describe una máquina de corte directo en la que la geomembrana se pega a la cara superior del bloque rígido inferior y el geotextil se pega a la cara inferior del bloque rígido superior.

El artículo de D. Russell y otros antes mencionado describía un aparato de ensayo de corte directo en el que en el bastidor inferior de la caja de corte se introducía un bloque de nylon, sobre el cual se colocaba la geomembrana, fijándose ésta al bastidor inferior mediante cuatro tornillos y una mordaza. El geotextil se pone sobre la geomembrana y se sujeta al bastidor superior mediante dos mordazas.

En el trabajo de investigación de Jorge G. Zornberg y otros (“Analysis of Large Database of GCL Internal Shear Strength Results”, 2005) para obtener los parámetros resistentes al corte interno de las GCLs se empleó un aparato de ensayo de corte directo en el que la muestra se colocaba entre dos soportes rígidos porosos con superficie metálica rugosa, para minimizar el deslizamiento entre los geotextiles superior e inferior, que envuelven a la bentonita, y los soportes rígidos porosos.

En el artículo de James K. Mitchell y otros antes mencionado el aparato de corte directo presentaba una muestra de geosintético que se pegaba sobre un soporte inferior redondo, y el suelo se compactaba encima del geosintético.

En el artículo de G.L. Hebler y otros antes mencionado el aparato de corte se empleaba para medir la resistencia al corte de las interfaces geomembrana/geotextil. Las geomembranas se sujetaban a la plataforma del aparato de ensayo atornillando tres mordazas metálicas a lo largo de los bordes laterales y trasero de la muestra. A su vez, las probetas de geotextil se pegaban con un spray adhesivo a la cara inferior de una placa de aluminio, y se dejaban curar durante 1 hora bajo una carga normal de 10 kPa.

Por otro lado, el uso de suelo como sistema de sujeción y soporte, tal y como sugieren las normas ASTM D 5321-02 e ISO 12957-1, requiere un procedimiento de colocación y ejecución largo y trabajoso, exigiendo mucho tiempo para conseguir el compactado de suelo soporte.

Por tanto, las propiedades básicas que debe poseer el soporte que sujeta los geosintéticos en los ensayos de corte directo es que debe ser horizontal, rígido, rugoso y poroso, para colocar las probetas planas sin pliegues ni arrugas, no interferir en el comportamiento de la tensión tangencial, evitar el desplazamiento relativo entre el geotextil y el soporte, y permitir el flujo de agua hacia dentro y hacia fuera de la muestra, todo ello sin causar daños a la muestra de geosintético.

Se hace, pues, necesario definir un dispositivo de sujeción de geosintéticos para ensayos de corte directo que reúna las propiedades anteriores, y todo ello de manera sencilla y fiable.

## Sumario de la invención

El objeto de la invención es proporcionar un dispositivo que permita una sujeción mejorada de geosintéticos en ensayos de corte directo sin dañar la muestra de geosintético objeto del ensayo, y unos métodos de sujeción de geosintéticos asociados a dichos dispositivos.

La invención proporciona un dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo constituido por un soporte rígido y una placa unidos por medios de fijación, en el que el soporte rígido comprende una mordaza en uno de sus extremos para amarrar el geosintético y la placa comprende varios agujeros pasantes de drenaje en una serie de canales practicados sobre una de sus caras principales, y en el que dicha placa presenta, sobre la cara opuesta a la que tiene practicados los canales, una serie de salientes de forma piramidal cuya altura está comprendida entre 1 mm y 1.5 mm y que se encuentran dispuestos al trespelillo.

Mediante esta configuración se consigue una superficie de sujeción lo suficientemente rugosa que impide el deslizamiento del geosintético, manteniéndolo adecuadamente unido al soporte para todo el rango de tensiones del ensayo, y que, a la vez, no produce daños en el geosintético, como perforaciones o desgarros.

Dicha configuración, además, al permitir el paso de agua a través del geosintético, posibilita su drenaje y su humectación durante el ensayo, como requieren las normas.

Otra ventaja de la invención es que permite sustituir el uso de suelo como soporte y medio de sujeción, reduciendo con ello drásticamente el tiempo necesario de ejecución del ensayo.

## ES 2 302 662 A1

Otro objeto de la invención es proporcionar un método de sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, que utiliza el dispositivo de sujeción anterior y que presenta los pasos de:

- fijar la placa al soporte rígido con los medios de fijación, enfrentando la cara principal de menor superficie del soporte rígido con la cara de la placa que comprende canales,
- situar el geosintético sobre la cara de la placa que comprende salientes,
- unir el geosintético a la placa con medios de fijación.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método de sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, que utiliza el dispositivo de sujeción anterior y que presenta los pasos de:

- fijar la placa al soporte rígido con los medios de fijación, enfrentando la cara principal de menor superficie del soporte rígido con la cara de la placa que comprende canales,
- situar el geosintético sobre la cara de la placa que comprende salientes,
- sujetar el geosintético con la mordaza del soporte rígido.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue de las realizaciones ilustrativas de sus objetos en relación con las figuras que se acompañan.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un esquema del ensayo de corte directo, con un sistema de sujeción del geosintético de la técnica anterior, en la situación inicial.

La figura 2 muestra un esquema del ensayo de corte directo, con un sistema de sujeción del geosintético de la técnica anterior, en la situación final.

La figura 3 muestra la sección transversal de la placa del dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención y un detalle de la misma.

La figura 4 muestra una vista en planta de la placa del dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención.

La figura 5 muestra la disposición de los salientes sobre una de las caras principales de la placa del dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención.

La figura 6 muestra una vista en alzado del soporte rígido del dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención.

La figura 7 muestra una vista en perfil del soporte rígido del dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención.

La figura 8 muestra una vista en planta del soporte rígido del dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención.

La figura 9 muestra una vista en alzado de la mordaza empleada en el soporte rígido del dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención.

La figura 10 muestra una vista en planta de la mordaza empleada en el soporte rígido del dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención.

La figura 11 muestra un esquema de ensayo de corte directo con un dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención, en concreto en un ensayo entre un geotextil y una geomembrana.

La Figura 12 muestra un esquema de ensayo de corte directo con un dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención, en concreto en un ensayo entre un geocompuesto drenante y una geomembrana.

La Figura 13 muestra un esquema de ensayo de corte directo con un dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención, en concreto en un ensayo entre una GCL y una geomembrana.

La Figura 14 muestra un esquema de ensayo de corte directo con un dispositivo de sujeción de geosintéticos de la invención, en concreto en un ensayo entre suelo y una geomembrana.

## Descripción detallada de la invención

En las figuras 1 y 2 se representa el ensayo de corte directo que se realiza habitualmente. En el ensayo representado en estas figuras se coloca horizontalmente el contacto entre dos geosintéticos, haciendo deslizar una cara con respecto a la otra. Inicialmente se aplica una carga vertical, y luego comienza el ensayo, desplazando a velocidad controlada y constante una de las caras en una dirección, manteniendo la otra cara fija. Durante el ensayo se mide la fuerza horizontal necesaria para que se produzca ese movimiento. La reacción horizontal se indica como  $R_{horizontal}$ .

En dichas figuras el geosintético superior está en contacto con suelo y el inferior está en contacto con un soporte metálico. Como se ve en la figura 2, es frecuente que con esta disposición se produzca desplazamiento, arrugado y plegado de alguno de los geosintéticos.

El dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo de la invención está constituido por una placa 1 (figuras 3, 4 y 5) y un soporte rígido 2 (figuras 6 a 10), unidos por medios de fijación. El soporte rígido 2 comprende una mordaza 3 en uno de sus extremos, que puede emplearse para amarrar el geosintético (figuras 9 y 10). La placa 1 (figuras 3 y 4) presenta sobre una de sus caras principales varios agujeros pasantes 4 de drenaje en una serie de canales 5 practicados en dicha cara; sobre la cara opuesta presenta una serie de salientes 6 de forma piramidal, cuya altura  $h$  está comprendida entre 1 mm y 1.5 mm y que se encuentran dispuestos al tresbolillo, es decir, en filas paralelas, de modo que los salientes 6 de cada fila correspondan al medio de los huecos de la fila inmediata.

Preferentemente, dichos salientes 6 tienen forma de pirámides de base cuadrada de  $1\text{ mm}^2$  y de 1 mm de altura ( $h$ ), como se representan en las figuras 3 y 5. Una disposición preferente de estos salientes sería, pues, en cuadrícula, siendo la distancia  $d$  entre un saliente y los adyacentes en direcciones horizontal y perpendicular de 5 mm (véanse el detalle de la figura 3 y la figura 5).

Cuando el soporte rígido 2 se encuentra en la mitad inferior (soporte metálico inferior), puede presentar varias patas que sobresalen de la cara opuesta a la que está en contacto con la placa 1 cuando ambas están montadas formando el dispositivo de sujeción. El número de dichas patas es, preferentemente, de cuatro, y pueden estar fijadas con unión roscada a la cara de la que sobresalen.

Para unir la placa 1 y el soporte rígido 2 los medios de fijación empleados pueden ser tornillos. Estos tornillos, cuyo número puede ser de seis, atraviesan unos alojamientos respectivos practicados en la placa (orificios 7) y el soporte rígido.

Los canales 5 practicados en una de las caras principales de la placa 1 son, en la realización de la figura 4, paralelos a los bordes laterales de la placa 1 y entre sí. Asimismo, los agujeros pasantes 4 de drenaje situados en dichos canales 5 están preferentemente alineados y equidistantes.

La placa 1 puede realizarse en acero S235JR galvanizado, de planta rectangular, de 299 mm x 284 mm x 10 mm, con 210 agujeros 4 de drenaje y 1680 salientes 6, que sobresalen de una de las caras principales. Sobre la cara opuesta pueden practicarse 16 canales 5 para favorecer el flujo de agua.

El soporte 2 puede realizarse asimismo en acero S235JR galvanizado, con una de sus caras principales cuadradas (por ejemplo, de 299 mm x 299 mm) y la otra rectangular de 299 mm x 284 mm; su espesor sería de 30 mm.

Dichas dimensiones hacen que el dispositivo de sujeción sea apto para una caja de corte directo de sección cuadrada de 300 mm de lado (por ejemplo un aparato de corte directo 300 mm x 300 mm, fabricado por Wykeham Farrance International (Wfi) con la denominación "Large Digital Shearbox").

El dispositivo para la sujeción de geosintéticos de la invención se emplea en los ensayos de corte directo, por lo que se pueden definir diversos métodos de sujeción de geosintéticos en dichos ensayos.

Así, por ejemplo, un método de sujeción de geosintéticos que utilizara el dispositivo de sujeción de la invención podría comprender los pasos de:

- fijar la placa 1 al soporte rígido 2 con los medios de fijación, enfrentando la cara principal de menor superficie del soporte rígido 2 con la cara de la placa 1 que comprende canales 5,
- situar el geosintético sobre la cara de la placa 1 que comprende salientes 6,
- unir el geosintético a la placa 1 con medios de fijación.

Este método es adecuado, por ejemplo, para la sujeción de una geomembrana 11, como se representa, por ejemplo, en las figuras 11 a 14, donde se observa que la geomembrana 11 está sobre el bastidor inferior 9. También se observa en dichas figuras el bastidor superior 8 y el pistón 10 empleados en el ensayo.

## ES 2 302 662 A1

Para otros geosintéticos (por ejemplo, un geocompuesto drenante 13, representado en la mitad superior de la figura 12, o una GCL 14, representada en la mitad superior de la figura 13) el método de sujeción comprendería los pasos de:

- fijar la placa 1 al soporte rígido 2 con los medios de fijación, enfrentando la cara principal de menor superficie del soporte rígido 2 con la cara de la placa 1 que comprende canales 5,
- situar el geosintético sobre la cara de la placa 1 que comprende salientes 6,
- sujetar el geosintético con la mordaza 3 del soporte rígido 2.

La figura 11 representa un ensayo entre una geomembrana 11 y un geotextil 12: la geomembrana 11 se atornilla a la placa 1 y ésta a su vez va atornillada al soporte rígido inferior. El geotextil 12 se une mediante un adhesivo al soporte rígido superior.

En la figura 12 se representa un ensayo entre una geomembrana 11 y un geocompuesto drenante 13: la geomembrana 11 se atornilla a la placa 1 y ésta a su vez va atornillada al soporte rígido inferior. El geocompuesto drenante 13 se puede sujetar con la mordaza 3 del soporte rígido superior, y a su vez va sujeto con la placa metálica 1, que está atornillada al soporte superior.

La figura 13 muestra un ensayo entre una GCL 14 y una geomembrana 11: la geomembrana 11 se atornilla a la placa 1 y ésta a su vez va atornillada al soporte rígido inferior. La GCL 14, situada sobre la geomembrana 11, se puede sujetar con la mordaza 3 del soporte rígido superior, y a su vez va sujeto con la placa metálica 1, que está atornillada al soporte superior.

La figura 14 representa un ensayo entre un suelo 15 y una geomembrana 11: la geomembrana 11 se atornilla a la placa 1 y ésta a su vez va atornillada al soporte rígido inferior.

En las realizaciones preferentes de la invención que acabamos de describir pueden introducirse aquellas modificaciones comprendidas dentro del alcance definido por las reivindicaciones siguientes.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, constituido por un soporte rígido (2) y una placa (1) unidos por medios de fijación, en el que el soporte rígido (2) comprende una mordaza (3) en uno de sus extremos para amarrar el geosintético y la placa (1) comprende varios agujeros pasantes (4) de drenaje en una serie de canales (5) practicados sobre una de sus caras principales, **caracterizado** porque dicha placa (1) presenta, sobre la cara opuesta a la que tiene practicados los canales (5), una serie de salientes (6) de forma piramidal cuya altura h está comprendida entre 1 mm y 1.5 mm y que se encuentran dispuestos al tresbolillo.
- 10 2. Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los salientes (6) que sobresalen de una de las caras principales de la placa (1) son pirámides de base cuadrada de 1 mm<sup>2</sup> y altura h de 1 mm.
- 15 3. Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según la reivindicación 2, **caracterizado** porque los salientes (6) están dispuestos según una cuadrícula en la que la distancia d entre un saliente (6) y los adyacentes de la cuadrícula es de 5 mm.
- 20 4. Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los medios de fijación entre el soporte rígido (2) y la placa (1) son tornillos alojados en correspondientes orificios (7) del soporte rígido y la placa.
- 25 5. Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el número de tornillos es de 6.
6. Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los canales (5) practicados sobre una de las caras principales de la placa (1) son paralelos entre sí y con respecto a los bordes laterales correspondientes de la placa (1).
- 30 7. Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según la reivindicación 6, **caracterizado** porque los canales (5) presentan una serie de agujeros pasantes (4) alineados y equidistantes.
- 35 8. Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la placa (1) consiste en una pieza de acero S235JR galvanizado de planta rectangular y el soporte (2) en una pieza de acero S235JR galvanizado que tiene una de sus caras principales cuadradas y la otra rectangular de iguales dimensiones que la cara de la placa (1) rectangular enfrentada a dicho soporte.
9. Dispositivo para la sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según la reivindicación 8, **caracterizado** porque las dimensiones de la placa (1) son 284 x 299 x 10 mm, y las del soporte (2) 30 mm de espesor y 299 mm x 299 mm (su cara cuadrada) y 299 x 284 (su cara rectangular).
- 40 10. Método de sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, que utiliza el dispositivo de sujeción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, **caracterizado** porque comprende los pasos de:
  - 45 - fijar la placa (1) al soporte rígido (2) con los medios de fijación, enfrentando la cara principal de menor superficie del soporte rígido (2) con la cara de la placa (1) que comprende canales (5),
  - situar el geosintético sobre la cara de la placa (1) que comprende salientes (6),
  - unir el geosintético a la placa (1) con medios de fijación.
- 50 11. Método de sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según la reivindicación 10, en el que el geosintético a sujetar es una geomembrana (11).
- 55 12. Método de sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo que utiliza el dispositivo de sujeción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, **caracterizado** porque comprende los pasos de:
  - 60 - fijar la placa (1) al soporte rígido (2) con los medios de fijación, enfrentando la cara principal de menor superficie del soporte rígido (2) con la cara de la placa (1) que comprende canales (5),
  - situar el geosintético sobre la cara de la placa (1) que comprende salientes (6),
  - 65 - sujetar el geosintético con la mordaza (3) del soporte rígido (2).
13. Método de sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según la reivindicación 12, en el que el geosintético a sujetar es un geocompuesto drenante (13).
- 65 14. Método de sujeción de geosintéticos en ensayos de corte directo, según la reivindicación 12, en el que el geosintético a sujetar es una GCL (14).



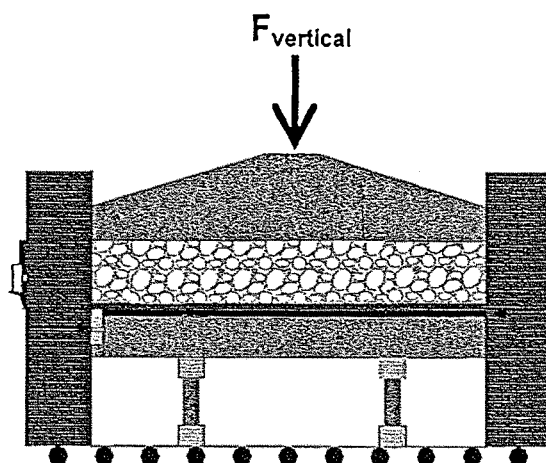


FIG. 1 - TÉCNICA ANTERIOR

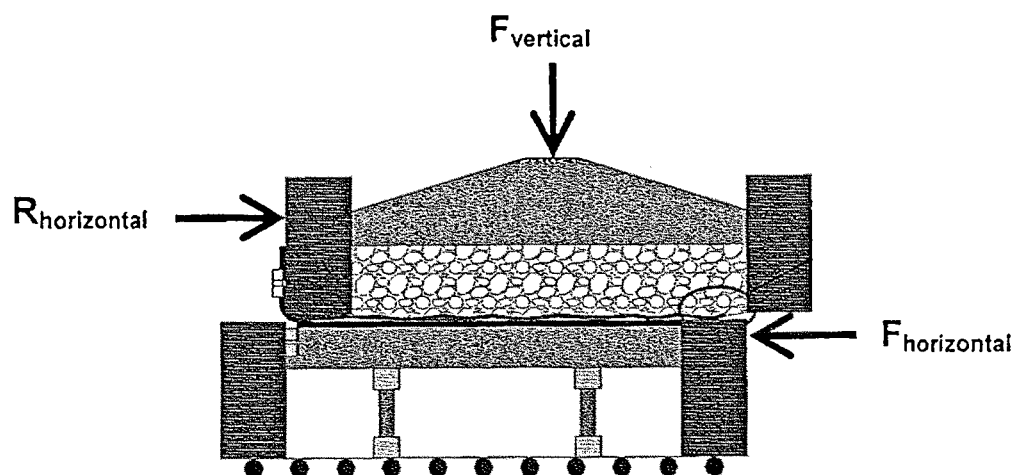


FIG. 2 - TÉCNICA ANTERIOR

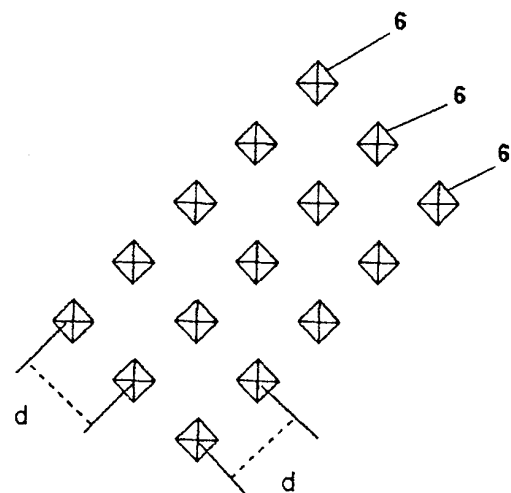
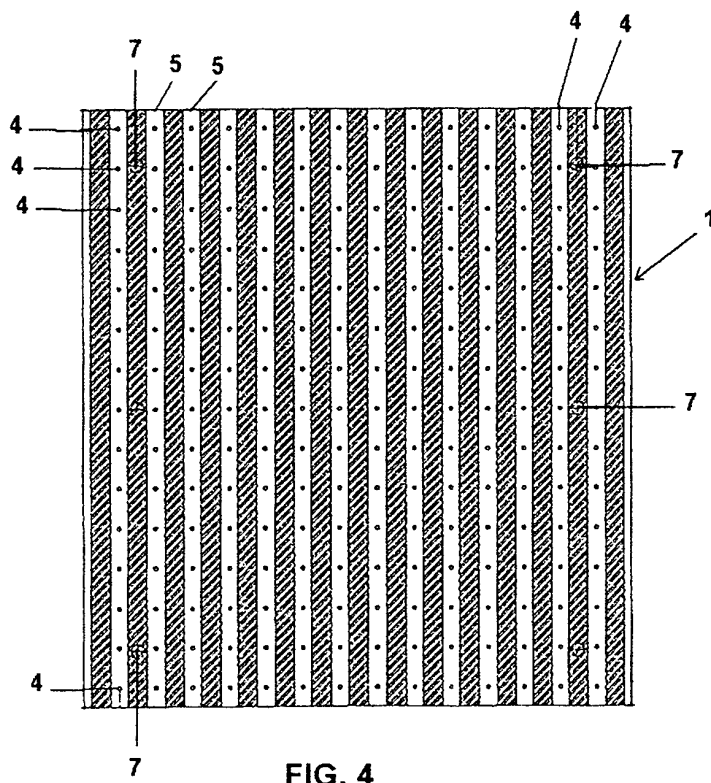
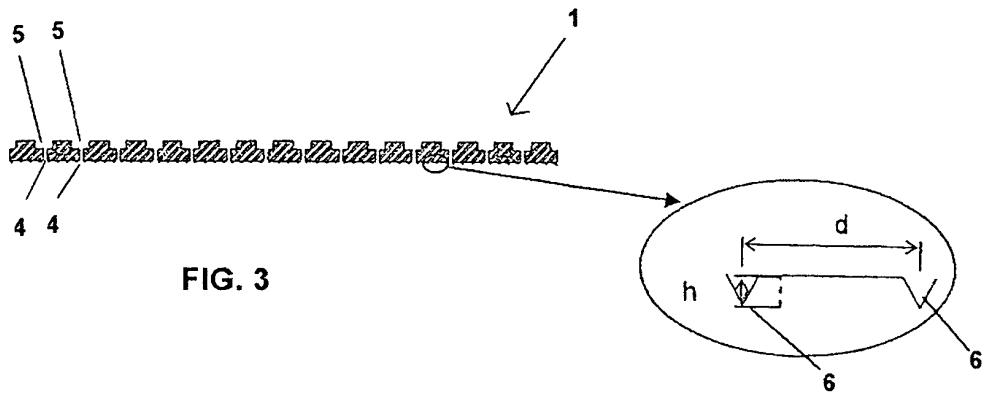


FIG. 5

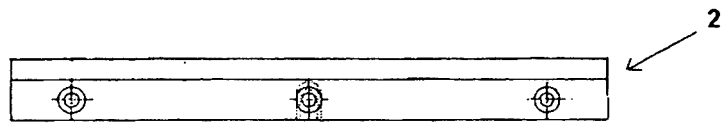


FIG. 6

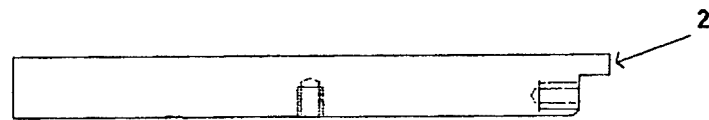


FIG. 7

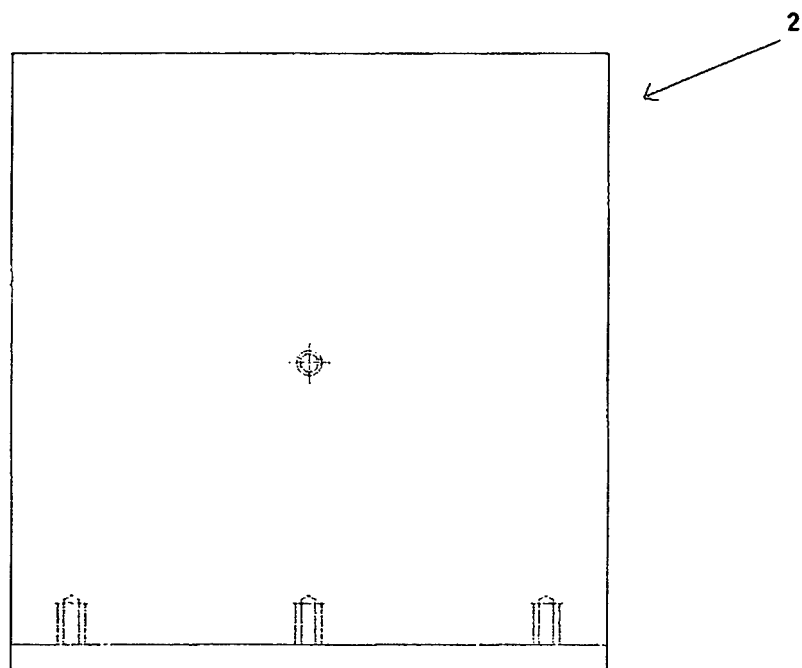


FIG. 8

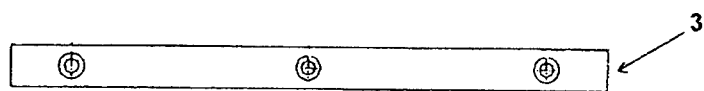


FIG. 9



FIG. 10

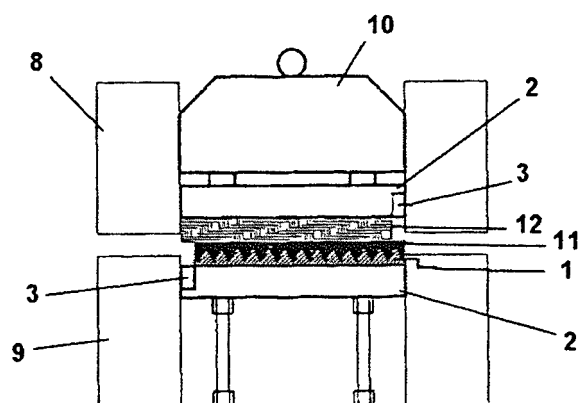


FIG. 11

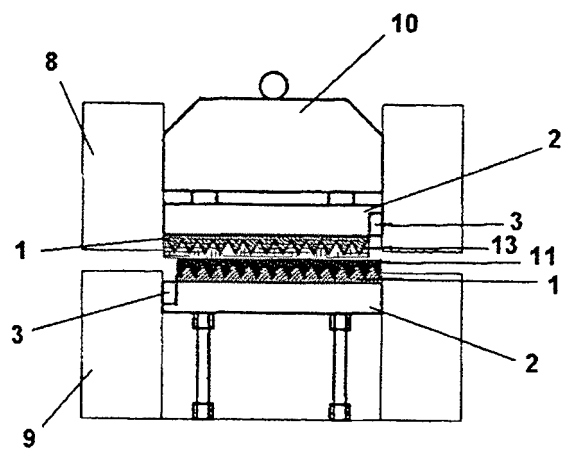


FIG. 12

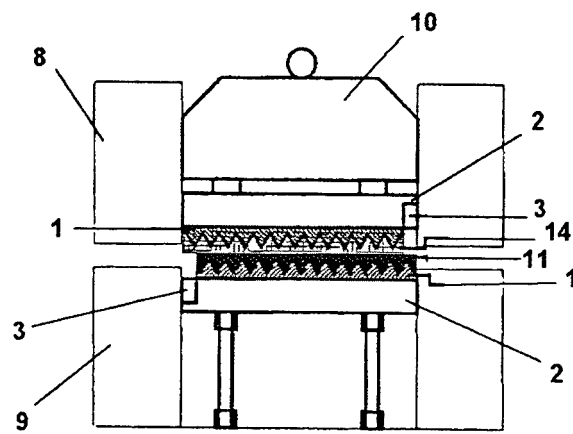


FIG. 13

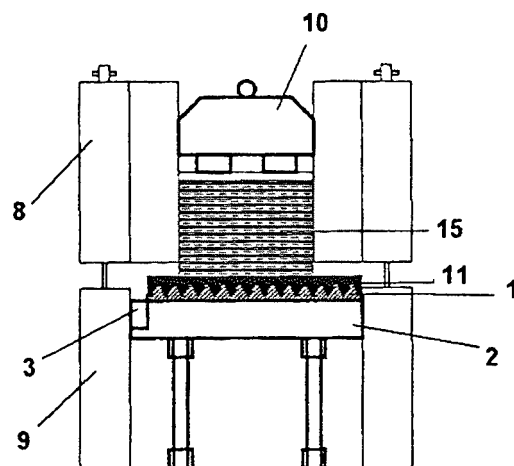


FIG. 14



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 302 662

⑫ Nº de solicitud: 200800483

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 21.02.2008

⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: G01N 3/24 (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	J.G. ZORNBERG, et al. "Analysis of a large database of GCL internal shear strength results". Journal of Geotechnical and geoenvironmental engineering. Marzo 2005, páginas 367-380.	1-14
A	US 5920005 A (A.L. MOSS) 06.07.1999, todo el documento.	1-14
A	US 5224386 A (J.M. CURTIS) 06.07.1993, todo el documento.	1-9

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
20.06.2008

Examinador  
B. Tejedor Miralles

Página  
1/1